

Reinhold Kerbl, Karl Reiter, Lucas Wessel

Referenz Pädiatrie

Jungenmedizin > Testikuläre Mikrolithiasis

Bernhard Stier, *Raimund Stein*

Testikuläre Mikrolithiasis

Bernhard Stier, Raimund Stein

Steckbrief

Basierend auf Ultraschallkriterien ist die testikuläre Mikrolithiasis (TM) definiert durch das Vorkommen multipler kleiner hyperechogener Punkte ohne dorsale Schallauslöschung (Sternenhimmelphänomen) [2]. Die Ätiologie ist unklar. Mehrere Ursachen werden diskutiert, u.a. ein Phagozytoseproblem der Sertoli-Zellen. Die TM verursacht keine Symptome. Es handelt sich immer um einen Zufallsbefund. Im Kindesalter bedarf ein symptomloser Befund ohne Vorliegen von Risikofaktoren außer der Sonografie keiner weiteren Abklärung. Eine spezifische Therapie gibt es nicht. Die Selbstuntersuchung des Hodens wird ab der Pubertät angeraten. Bei Vorliegen von Risikofaktoren sollte eine Vorstellung beim Kinderurologen erfolgen.

Aktuelles

- TM ist ein relativ häufiger zufälliger Befund, der nicht mit Hodenmalignität in der Kindheit verbunden zu sein scheint, aber in Gegenwart von Risikofaktoren mit Hodenmalignität in der erwachsenen Bevölkerung assoziiert sein kann.
- Eine routinemäßige Selbstuntersuchung der Hoden wird bei Jungen mit zusätzlichen Risikofaktoren (z.B. Z.n. Hodenhochstand / Varianten der Geschlechtsentwicklung [z.B. Gonadendysgenesie]) ab der Pubertät empfohlen.
- Wenn TM während des Übergangs ins Erwachsenenalter detektiert wird, könnte eine intensivere Nachsorge in Betracht gezogen werden [12].
- In den letzten Jahren hat die Sonografie bedeutende Fortschritte in der Technik und Anwendung erfahren.
  - Dies betrifft auch die Hodensonografie.
  - Sehr aufschlussreich ist ein Artikel von Lotti et al. [10].
- Bislang nicht ausreichend beantwortete Fragen (in Anlehnung an [12]):
  - Ist TM im Kindesalter von gleicher Entität wie TM im Erwachsenenalter bzgl. der Pathologie?
  - Wie entsteht TM? Hat sie etwas zu tun mit Traumata, Obstruktion oder Infektion?
  - Ist TM per se ein Risikofaktor für eine Hodentumorentstehung?
  - Besteht tatsächlich eine Beziehung zwischen TM und Sub-/Infertilität?

Synonyme

- Mikrolithiasis testis
- Sternenhimmelphänomen des Hodens
- testicular microlithiasis
- testicular microcalcification

Keywords

- testikuläre Mikrolithiasis
- Hodentumor
- Keimzelltumor
- Hodenhochstand (Maldescensus testis)
- Hodenatrophie
- Klinefelter-Syndrom
- Fertilitätsstörung

Definition

Die testikuläre Mikrolithiasis (Sternenhimmelphänomen des Hodens) sind sonografische Zufallsbefunde mit echoreichen 1–3 mm großen „Punkten“ ohne dorsale Schallauslöschung. Wenn mehr als fünf Verkalkungen in einem Schnittbild sichtbar sind, spricht man von der klassischen testikulären Mikrolithiasis. Wenn nur einzelne Mikrolithen nachweisbar sind, sind die Kriterien für eine limitierte testikuläre Mikrolithiasis erfüllt. Hierbei sollten unbedingt andere Ursachen (z.B. Carcinoma in situ) abgeklärt werden.

Epidemiologie

Häufigkeit

- Die Prävalenz von TM variiert in den bisherigen Daten, abhängig von der Studiengruppe, sehr stark, was sicher damit zu tun hat, dass es sich dabei um einen symptomlosen Befund handelt, die meist zufällig sonografisch entdeckt wird.
- In der pädiatrischen Bevölkerung stellten Goede et al. [6] fest, dass die Prävalenz von klassischer TM bei Jungen ohne Symptome im Alter von 0–19 Jahren 2,4% betrug, wobei mit zunehmendem Alter ein Anstieg der Prävalenz festgestellt wurde.
- Bei symptomatischen Erwachsenen oszillierte sie zwischen 0,6% und 9,0% und bei Erwachsenen ohne Symptome zwischen 2,4% und 5,6%.
- Die Häufigkeit von TM beträgt bis zu 17,5% bei Männern mit Klinefelter-Syndrom und 36% bei Männern mit Down-Syndrom [1].
- Die Häufigkeit der TM bei asymptomatischen präpubertären Jungen wird mit ca. 4% angegeben, bei sehr großer Schwankungsbreite (1–8%) [2].
- Im Hinblick auf das weitere Vorgehen ist es wichtig, sich auch die Häufigkeit von Hodenkrebs in westlichen Gesellschaften zu vergegenwärtigen.
  - Hodenkrebs macht ca. 1% der soliden Tumoren im Kindesalter aus.
  - Davon haben ca. 8–16% eine Maldescensusanamnese.
  - Das relative Krebsrisiko liegt dabei bei 7,5%. Noch stärker erhöht ist es bei bds. Maldescensus bzw. beim intraabdominellen Hoden (Retentio testis abdominalis) [2].

Altersgipfel

- TM kann vom Säuglingsalter bis zum Greisenalter diagnostiziert werden.

Geschlechtsverteilung

- Der sonografische Zufallsbefund betrifft nur das männliche Geschlecht.

Prädisponierende Faktoren

- Häufiger ist die TM bei Männern mit:
  - testikulären Keimzelltumoren
  - Kryptorchismus
  - Hodendysgenesie

    - Infertilität
    - Z.n. Hodentorsion und Atrophie
    - Klinefelter-Syndrom
    - Hypogonadismus
    - DSD („differences of sex development“)
    - Varikozele
    - Nebenhodenzysten
    - pulmonaler Mikroverkalkung
    - Non-Hodgkin-Lymphom
- siehe [8]

Ätiologie und Pathogenese

- Erstmals beschrieben wurde die Erkrankung 1970 bei einem 4 Jahre alten Jungen, der wegen abdomineller Abwehrspannung eine Röntgenaufnahme erhielt [11].
- Die erste sonografische Beschreibung erfolgte 1987 durch Doherty et al. [5].
- Die Ätiologie ist unklar (häufiger scheint sich eine Kombination mit Hodenatrophie, Kryptorchismus und Keimzelltumoren zu finden).
- Die Koinzidenz nach Orchidopexie liegt bei bis zu maximal 9,5% bzw. bei 29% bei der lateinamerikanischen Population mit Down-Syndrom.
- Möglicherweise gehen die Veränderungen im Hoden von abgestorbenem zellulärem Material aus, welches im Verlauf kalzifiziert und von einer organischen Matrix umhüllt wird.
- Auch eine Sertoli-Zell-Dysfunktion mit gestörter Fähigkeit, fragmentiertes Zellmaterial durch Phagozytose zu beseitigen, wird diskutiert.
- Mikrolithen sind sowohl im Hoden als auch in extratestikulären Strukturen, z.B. der Lunge und dem zentralen Nervensystem, zu finden.
    - Auch genetische Faktoren sollen eine Rolle bei ihrer Entwicklung spielen.
    - Mutationen im SLC34A2-Gen (4p15) treten z.B. in Patienten mit pulmonalen alveolären Mikrolithen auf.
    - Patienten mit dieser Mutation haben auch TM [1].

Klassifikation und Risikostratifizierung

- Das Scrotal Imaging Subcommittee der European Society of Urogenital Radiology (ESRU) veröffentlichte 2015 einen Konsensbericht über TM, in dem 2 Definitionen von TM vorgeschlagen wurden:
    - fünf oder mehr Mikrolithen pro Sichtfeld oder
    - fünf oder mehr Mikrolithen im gesamten Hoden
- Im Ultraschall-Erscheinungsbild von TM sollte besonderes Augenmerk auf das Clustering gelegt werden.
    - Ein Cluster (ein paar Mikrolithen pro Feld in einem Cluster) kann besorgniserregender sein als eine TM, die im gesamten Hoden verstreut ist.
    - Ersteres kann auf einen dysgenen Bereich im Hoden hinweisen, in dem sich ein Carcinoma in situ (CIS) entwickeln kann [1].
- Die Beziehung zwischen TM und Infertilität ist unklar. Einige wenige Autoren erklären sich dies dadurch, dass degenerierte Zellen in einem Samenkanälchen abgeschöpft werden und die Sertoli-Zellen die Trümmer nicht phagozytieren können.
    - Anschließend kommt es zu einer Verkalkung des Zelldebris [8].
    - Bei der Frage zum Zusammenhang zwischen dem Grad der Mikrokalzifikationen und einer schlechten Spermienfunktion konnte eine Studie einen statistischen Unterschied zwischen der Anzahl der Untersuchungen bei Patienten mit minimalem

    - Verkalkungsgrad und solchen mit ausgeprägter TM zeigen [13].
- Die Frage nach dem Zusammenhang bei erwachsenen Männern zwischen TM und dem Risiko, einen testikulären Tumor zu entwickeln, ist in zahlreichen Studien mit unterschiedlichen Ergebnissen immer wieder diskutiert worden.
    - Zurzeit stammen die zuverlässigsten Daten von Wang et al. [14].
    - Ihre Metaanalysen basierten auf Daten aus 12 Kohortenstudien und 2 Fall-Kontroll-Studien (mit 35578 Teilnehmern).
    - Die Autoren fanden heraus, dass Männer mit TM im Vergleich zu Personen ohne TM oder der Allgemeinbevölkerung eine mehr als 12-fach höhere Inzidenz von Hodenkrebs haben können (RR=12,70; 95%-KI (Konfidenzintervall)=8,18–19,71, $p<0{,}001$).
    - Andererseits zeigten Daten, die im Rahmen eines Folgeprogramms veröffentlicht wurden, kontroverse Ergebnisse.
    - DeCastro et al. veröffentlichten 2008 eine 5-Jahres-Follow-up-Studie mit 63 asymptomatischen Männern mit TM, von denen nur ein Teilnehmer (1,6%) nach 64 Monaten Beobachtung Hodenkrebs entwickelte [3].
- Subfertilität ist ein Risikofaktor für die Entwicklung eines Hodentumors.
    - Festzustehen scheint, dass eine bilaterale TM bei subfertilen Männern auf ein Carcinoma in situ (CIS) hinweist.
    - De Gouveia Brazao et al. berichteten 2004, dass bei 20% der erwachsenen Männer mit bilateraler TM ein CIS diagnostiziert wurde [4].
    - Danach ist die Prävalenz von CIS bei subfertilen Männern mit bilateraler TM deutlich höher als bei Patienten ohne TM (0,5%) und mit einseitiger Hodenmikrolithiasis (0%) ($p<0{,}0001$) [4].
- TM wird in Hoden gefunden, bei denen Risikofaktoren einer malignen Entwicklung bestehen.
    - Die berichtete Inzidenz von TM bei Männern mit testikulären Keimzelltumoren („testicular germ cell tumor“, TGCT) beträgt 6–46%.
    - TM kann daher bei erwachsenen Männern als mögliche Präkanzerose angesehen werden.
- TM wird jedoch am häufigsten bei Männern mit einer gutartigen Hodenerkrankung gefunden und die Mikroverkalkungen selbst sind nicht bösartig.
    - Weitere Untersuchungen des Zusammenhangs zwischen TM und CIS würden Hodenbiopsien bei großen Serien von Männern ohne Anzeichen von TGCT erfordern.
    - Die Liste der Hochrisikopatienten umfasst Männer mit Unfruchtbarkeit und bilateraler TM, atrophischen Hoden, Maldescensus testis, TGCT in der Anamnese und kontralateraler TM [8].
- Bei präpubertären Jungen mit dem sonografischen Zufallsbefund einer TM gibt es keinerlei Hinweise auf ein erhöhtes Karzinomrisiko [1], sodass hier keinerlei weitere Kontrollsonografien empfohlen werden. Bei zusätzlichem Risikofaktor (Z.n. Hodenhochstand) sollte die generell empfohlene Selbstuntersuchung nochmals angesprochen werden.

Symptomatik

- Die TM ist symptomlos, nicht tastbar und macht vor allem keine Beschwerden.
- Sie ist daher in der Regel ein Zufallsbefund.

Diagnostik

Diagnostisches Vorgehen

- Folgendes diagnostisches Vorgehen wird bei präpubertären Jungen vorgeschlagen [2]:
    - Anamnese, insbesondere mit Blick auf: Hodentrauma, Hodeninfektion,

Hodentumoren (auch familiär), Hodenatrophie, Hodenhochstand, genetische Erkrankungen etc. (z.B. Hinweis für Klinefelter-Syndrom bzw. andere Hypogonadismus-Syndrome)
- Karyotypisierung nur bei dringendem V.a. chromosomale Störungen
- vollständige körperliche Untersuchung inkl. Hodengrößenbestimmung (Orchidometer/Sonografie)
- Hodenultraschall
- Eine Hodenbiopsie ist bei präpubertären Jungen nicht indiziert! Beim dringenden Verdacht auf einen Hodentumor sollte das leitlinienengerechte Vorgehen eingehalten werden.

Anamnese

- Bei der Anamneseerhebung sollte neben der Eigenanamnese insbesondere auf eine gute Familienanamnese Wert gelegt werden.
- Dabei sollte das Vorkommen von Hodentumoren, genetischen Erkrankungen, Hodenhochstand und anderen Hodenerkrankungen/Hodeninfektionen erfragt werden (z.B. Epididymitis, Varikozele, Z.n. Hodenhochstand (Zeitpunkt der Korrektur!)).

Körperliche Untersuchung

- Hier sollte unbedingt eine Hodenpalpation neben der Inspektion erfolgen.

> **Merke:**
>
> Jeder auffällige Tastbefund sollte primär an einen Hodentumor denken lassen. Die TM ist NICHT tastbar.

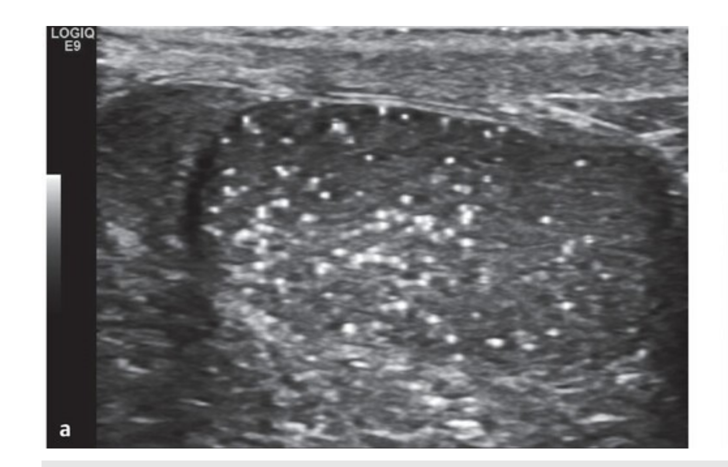
Labor

- Die Bestimmung von Tumormarkern (β-hCG, AFP [Alpha-Fetoprotein]) sollte nur beim sonografisch eindeutigen Befund eines Hodentumors erfolgen.
- Die erwähnten Studien hatten keine erhöhten Tumormarker bei Personen mit zufälliger TM gefunden.

Bildgebende Diagnostik

Sonografie

- Schon in der B-Bild-Sonografie zeigen sich intratestikulär die typischen echoreichen uniformen Mikrokalzifikationen (keine Schallauslöschung; Sternhimmelphänomen) bei ansonsten normaler Hodentextur (Abb. 245.1a).
  - Die Anzahl ist sehr variabel (von <10 bis >50).
  - Gewöhnlich spricht man bei einer Anzahl von >5 Mikrokalzifikationen im Hoden von dem Vorliegen einer TM.
  - Eine geringere Anzahl sollte immer bzgl. anderer Ursachen (z.B. Tumor) abgeklärt werden.
- Bei präpubertären Jungen mit dem sonografischen Zufallsbefund einer TM gibt es keinerlei Hinweise auf ein erhöhtes Karzinomrisiko [1], sodass hier keine weiteren Kontrollsonografien empfohlen werden.
  - Bei zusätzlichem Risikofaktor (Z.n. Hodenhochstand) sollte die generell empfohlene Selbstuntersuchung nochmals angesprochen werden.
  - Bei einer sonografischen Diagnose der TM ohne Hinweis für weitere Risikofaktoren (z.B. Fertilitätsstörung) bzw. fokale Läsionen ist eine Biopsie nicht indiziert.
- Als neuere Methoden stehen darüber hinaus in Fällen mit unklaren testikulären Läsionen bzw. Raumforderungen die CEUS-Methode („contrast enhanced ultrasound") bzw. die Sonoelastografie zur Verfügung.



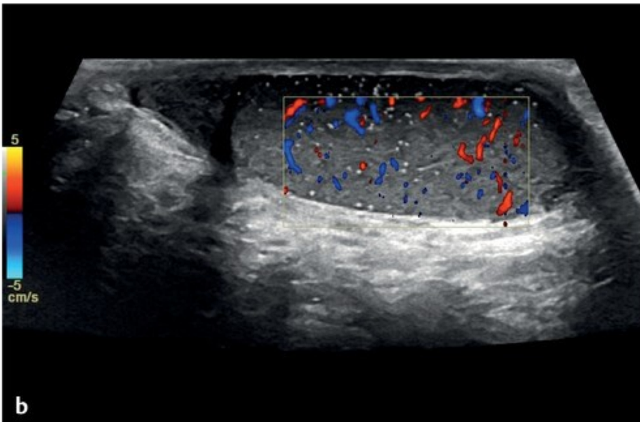


Abb. 245.1 Testikuläre Mikrolithiasis.

a Sonografisches B-Bild.

b Farbdopplersonografie.

(Quelle: GOA Dr. med. Gerolf Schweintzger/LKH Hochsteiermark, Leoben, Österreich)

MRT

- Die MRT spielt bei der Diagnostik keine Rolle.
- Die Mikrolithen sind im MRT nicht sichtbar.
- Der hochauflösende Ultraschall ist dem MRT in der Regel gleichwertig und leichter durchzuführen und sollte nur den Fällen vorbehalten sein, wo ein Hodentumor nicht sicher ausgeschlossen werden kann und ein OP-Risiko als hoch einzuschätzen ist.

Histologie, Zytologie und klinische Pathologie

Hodenbiopsie

Eine Hodenbiopsie ist nicht zur Abklärung indiziert!

- Unter dem optischen und elektronenmikroskopischen Mikroskop bestehen Mikrolithen aus zwei Zonen, nämlich einer zentralen kalzifizierten Zone und einer umhüllenden mit mehrschichtigen Kollagenfasern, die beide mit einer dünnen faserigen Kapsel aus spermatogenem Epithel bedeckt sind.
- Mikrolithen können 30–40% der Samenkanälchen einnehmen und eine Größe von 50–400µm haben.
- Sie betreffen typischerweise keine Leydig-Zellen und die Mehrheit der unbeteiligten Samenkanälchen hat oft abnormale Spermatogonien mit reduziertem Durchmesser [1].
- Eine Biopsie ist bei präpubertären Jungen mit TM ohne Hodentumor nicht indiziert!
- Bei erwachsenen Männern mit Mikrolithiasis mit zusätzlich einem der folgenden Parameter und explizitem Kinderwunsch im Rahmen der TESE kann eine Hodenbiopsie empfohlen werden [9]:
  - Infertilität und expliziten Kinderwunsch im Rahmen der TESE
  - vorangegangene Tumorerkrankung des Hodens

Differenzialdiagnosen

- Die Differenzialdiagnose umfasst Kalzifikationen nach Entzündungen (z.B. Epididymitis), Phlebolithen (Tab. 245.1).
- Da das sonografische Bild einer TM klassisch ist, sind diese genannten Befunde keine echten Differenzialdiagnosen, sondern bedürfen im Rahmen der Risikoabklärung der Aufmerksamkeit.

Tab. 245.1 Differenzialdiagnosen der testikulären Mikrolithiasis.

Differenzialdiagnose (absteigend sortiert nach klinischer Relevanz)	Häufigkeit der Differenzialdiagnose in Hinblick auf das Krankheitsbild (häufig, gelegentlich, selten)	wesentliche diagnostisch richtungsweisende Anamnese, Untersuchung u./o. Befunde	Sicherung der Diagnose

Differenzialdiagnose (absteigend sortiert nach klinischer Relevanz)	Häufigkeit der Differenzialdiagnose in Hinblick auf das Krankheitsbild (häufig, gelegentlich, selten)	wesentliche diagnostisch richtungsweisende Anamnese, Untersuchung u./o. Befunde	Sicherung der Diagnose
Phlebolithen	häufig	extratestikulär im Randbereich (kapsulär), harmlos intratestikulär (selten), Z.n. Epididymitis/Panorchitis?	Ultraschall
Epididymitis	seltener	Typisch ist ein eher schleichender Krankheitsbeginn (1–3 Tage) mit zunehmender, zumeist einseitig schmerzhafter Schwellung von Nebenhoden (und Hoden = Epididymoorchitis/Panorchitis).	Ultraschall

Therapie

Therapeutisches Vorgehen

- Eine spezifische Therapie gibt es nicht.
- Zu einer initialen β-hCG- und AFP-Bestimmung wird geraten.
- Bei asymptomatischer TM ohne Hinweis für Risikofaktoren kann diese im weiteren Verlauf im Kindesalter entfallen.
- Eine Hodenbiopsie erfolgt nur bei fokaler Parenchymläsion oder Veränderung der Echogenität.
- Abb. 245.2 fasst das therapeutische Vorgehen zusammen.

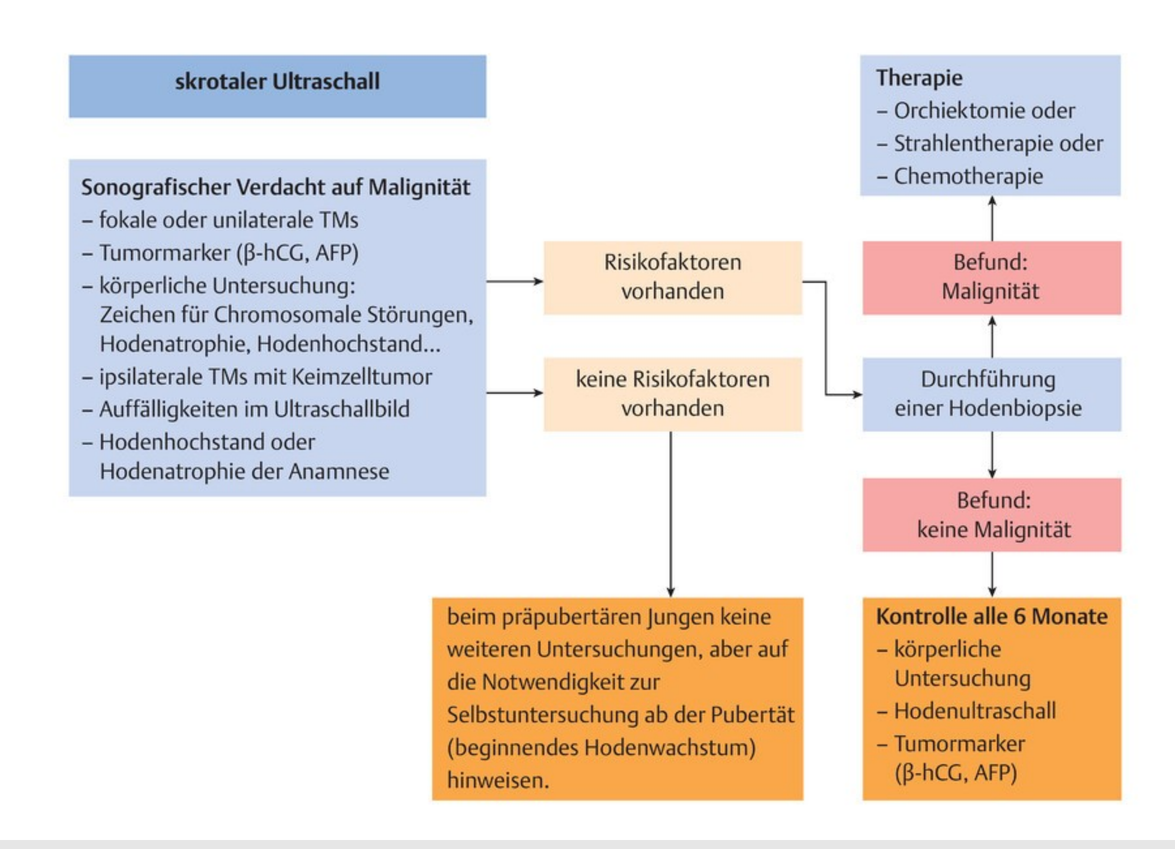


Abb. 245.2 Testikuläre Mikrolithiasis.

Therapeutisches Vorgehen bei präpubertären Jungen mit TM [12].

Nachsorge

- Das Management hängt von den bestehenden Risikofaktoren ab, die vom ESUR-Unterausschuss (ESUR = European Society of Urogenital Radiology) für Skrotalimaging und EAU (European Association of Urology) beschrieben werden [1].
- Risikofaktoren, die ein Follow-up bei erwachsenen Patienten mit TM erfordern:
  - vorausgegangener Keimzelltumor
  - anamnestischer Maldescensus testis
  - anamnestische Orchidopexie
  - Hodenatrophie <12ml Volumen (siehe auch [7])

- anamnestisch Keimzelltumor bei erstgradigen Verwandten (3,8-fach erhöhtes Risiko, wenn der Vater betroffen ist, 7,6-faches Risiko, wenn der Bruder betroffen ist)

- Wenn TM in Verbindung mit Risikofaktoren nachgewiesen wird (unabhängig davon, ob es einseitig oder bilateral ist) und sofern in keinem der Hoden eine fokale Raumforderung vorhanden ist, kann eine jährliche Nachuntersuchung mit Ultraschall und eine monatliche Selbstuntersuchung empfohlen werden.
- Die Empfehlung für eine Hodenbiopsie bei TM ist immer noch ein kontrovers diskutiertes Thema.
  - Patienten mit kleinen oder atrophischen Hoden mit Mikrolithen haben ein erhöhtes CIS-Risiko.
  - Bei der Orchidektomie bei erwachsenen Patienten mit einem Keimzelltumor – wenn TM im kontralateralen Hoden vorhanden ist oder wenn der kontralaterale Hoden atrophisch ist – kann eine Biopsie des kontralateralen Hodens erwogen werden, um nach CIS zu suchen [1].
- Wang et al. [14] fanden in ihrer Metaanalyse einen deutlichen Zusammenhang der TM mit der Entwicklung eines testikulären Tumors. Sie schlagen daher eine Unterweisung in die Selbstuntersuchung (s. Flyer „Achte auf deine Nüsse“: www.kinderaerzte-im-netz.de/mediathek/broschueren-und-informationsflyer) und eine jährliche Kontrolle vor.
- Tab. 245.2 zeigt die Empfehlungen der EAU für TM und Keimzelltumorrisiko.

Tab. 245.2 Empfehlungen der EAU für TM und Keimzelltumorrisiko [8].

Empfehlung	Konsensstärke
Ermutigen Sie Männer mit TM, auch ohne zusätzliche Risikofaktoren eine Selbstuntersuchung durchzuführen, da dies zur Früherkennung eines Hodenkeimzelltumors (TGCT) führen kann.	schwach
Führen Sie keine Hodenbiopsie, keinen Skrotalultraschall, keine routinemäßige Anwendung biochemischer Tumormarker oder eine Abdominal- oder Becken-Computertomografie bei Männern mit isolierter TM ohne zugehörige Risikofaktoren (z. B. Unfruchtbarkeit, Kryptorchismus, Hodenkrebs und atrophische Hoden) durch.	stark
Führen Sie eine Hodenbiopsie für Männer mit TM durch, die zu einer der folgenden Hochrisikogruppen gehören: spermatogenes Versagen, bilaterale TM, atrophische Hoden (<12ml), Hodenhochstand und Keimzelltumor in der Anamnese.	stark
Wenn bei Patienten mit TM und damit verbundenen Läsionen verdächtige Befunde bei körperlicher Untersuchung oder dem Ultraschall vorliegen, führen Sie eine chirurgische Untersuchung mit Hodenbiopsie oder Orchiektomie durch.	stark
Follow-up bei Männern mit TGCT; sie haben ein erhöhtes Risiko, Hypogonadismus und sexuelle Dysfunktion zu entwickeln.	stark

Verlauf und Prognose

- TM ist ein nicht seltener Befund im Kindes- und Jugendalter.
- Wenn keine Risikofaktoren vorliegen, ist das Risiko für die Entwicklung eines Hodentumors sehr gering – wahrscheinlich gleich hoch wie bei jedem anderen Jungen auch.
- Sollte es sich bei der Entdeckung um einen Zufallsbefund handeln und keine Risikofaktoren vorhanden sein, sind keine weiteren Untersuchungen bzw. ein Follow-up bis zum Einsetzen der Pubertät erforderlich.
- Bei Vorhandensein von Risikofaktoren (z.B. Hodenhochstand) sollte ab der Pubertät eine regelmäßige Selbstuntersuchung stattfinden.
- Besonders wenn Risikofaktoren vorhanden sind, kann es beim Erwachsenen mit detektierter TM zur Entwicklung von Hodentumoren kommen.
  - Daher ist dem Übergang von der Adoleszenz in das Erwachsenalter besondere Aufmerksamkeit bzgl. der Entwicklung von Hodentumoren zu widmen.
  - Regelmäßige Selbstuntersuchungen ab der Pubertät als Vorsichtsmaßnahme sind anzuraten, obwohl der Benefit einer frühzeitigen Tumorentdeckung nicht bewiesen ist.

Literatur

Quellenangaben

- [1] Balawender K, Orkisz S, Wisz P. Testicular microlithiasis: what urologists should know. A review of the current literature. Cent European J Urol 2018; 71: 310–314
- [2] Chaka A, Daasa AF, Hamdouni W et al. Pediatric testicular microlithiasis through four clinical case studies: review of the literature and proposal of clinical guidelines. Afr J Urol 2021; 27: 122
- [3] DeCastro BJ, Peterson AC, Costabile RA. A 5-Year Followup Study of Asymptomatic Men With Testicular microlithiasis. J Urol 2008; 179: 1420–1423
- [4] De Gouveia Brazao CA, Pierik FH et al. Bilateral testicular microlithiasis predicts the presence of the precursor of testicular germ cell tumors in subfertile men. J Urol 2004; 171: 158–160
- [5] Doherty FJ, Mullins TL, Sant GR, Drinkwater MA, Ucci AA Jr. Testicular microlithiasis: a unique sonographic appearance. J Ultrasound Med 1987; 6: 389–392
- [6] Goede J, Hack WW, van der Voort-Doedens LM et al. Prevalence of testicular microlithiasis in asymptomatic males 0 to 19 years old. J Urol 2009; 182: 1516–1520
- [7] Joustra SD, van der Plas EM, Goede J et al. New reference charts for testicular volume in Dutch children and adolescents allow the calculation of standard deviation scores. Acta Paediatr 2015; 104: e271–e278
- [8] Jungwirth A, Diemer T, Kopa Z et al. EAU Guidelines on Male Infertility (2019). Im Internet: https://d56bochluxqnz.cloudfront.net/media/EAU-Guidelines-on-Male-Infertility-2019.pdf; Stand: 17.11.2022
- [9] Leitlinienprogramm Onkologie. S3-Leitlinie Diagnostik, Therapie und Nachsorge der Keimzelltumoren des Hodens (Mai 2019). Im Internet: www.leitlinienprogramm-onkologie.de/leitlinien/hodentumoren; Stand: 17.11.2022
- [10] Lotti F, Bertolotto M, Maggi M. Historical trends for the standards in scrotal ultrasonography: What was, what is and what will be normal. Andrology 2021; 9: 1331–1355
- [11] Priebe CJ Jr, Garret R. Testicular calcifcation in a 4-year-old boy. Pediatrics 1970; 46: 785–788
- [12] t'Hoen LA, Bhatt NR, Radmayr et al. The prognostic value of testicular microlithiasis as an incidental finding for the risk of testicular malignancy in children and the adult population: A systematic review. On behalf of the EAU pediatric urology guidelines panel. J Pediatr Urol 2021; 17: 815–831
- [13] Thomas K, Wood SJ, Thompson AJM, Pilling D, Lewis-Jones DI. The incidence ans significance of testicular microlithiasis in a subfertile population. Br J Radiol 2000; 73: 494–497
- [14] Wang T, Liu LH, Luo JT et al. A meta-analysis of the relationship between testicular microlithiasis and incidence of testicular cancer. Urol J 2015; 12: 2057–2064
- [15] Winter TC, Kim B, Lowrance WT, Middleton WD. Testicular Microlithiasis: What should you recommend? Am J Roentgeno 2016; 206: 1164–1170

Quelle:

Stier B, Stein R. Testikuläre Mikrolithiasis. In: Kerbl R, Reiter K, Wessel L, Hrsg. Referenz Pädiatrie. Version 1.0. Stuttgart: Thieme; 2024.

Shortlink: https://eref.thieme.de/1ZW4K9LP